

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-284537

(43)Date of publication of application : 15.10.1999

(51)Int.Cl.

H04B 1/26

H04N 5/44

H04N 5/50

(21)Application number : 10-084209

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 30.03.1998

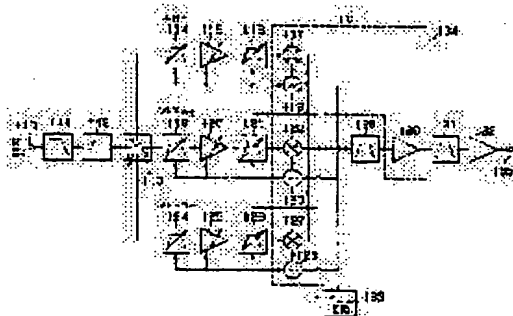
(72)Inventor : IZUMI TAKASUKE

(54) TUNER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve phase noise over the entire band and to reduce fixed deterioration of a system, especially when receiving a digital broadcasting signal.

SOLUTION: This tuner divides an inputted high frequency signal into plural (three) passbands at a band changeover switch 113 to enable output, provides each passband with a variable filtering means and a frequency converting means, and outputs an IF signal that undergoes frequency conversion, into a prescribed intermediate frequency(IF). The respective circuit form of three local oscillators 118, 123 and 128 which constitute plural frequency converting means (117 and 118), (122 and 123) and (127 and 128) provided in each passband are an unbalanced oscillator circuit in a UHF band, an unbalanced or balanced oscillator circuit in a VHF high band, and a balanced oscillator circuit in a VHF low band. As result, it is possible to secure an oscillation range in the VHF band and to improve phase noise in the UHF band.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.06.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-284537

(43)公開日 平成11年(1999)10月15日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 4 B 1/26

H 0 4 B 1/26

C

H 0 4 N 5/44

H 0 4 N 5/44

K

5/50

5/50

A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-84209

(22)出願日 平成10年(1998) 3月30日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 泉 隆輔

埼玉県深谷市幡羅町1丁目9番2号 株式
会社東芝深谷工場内

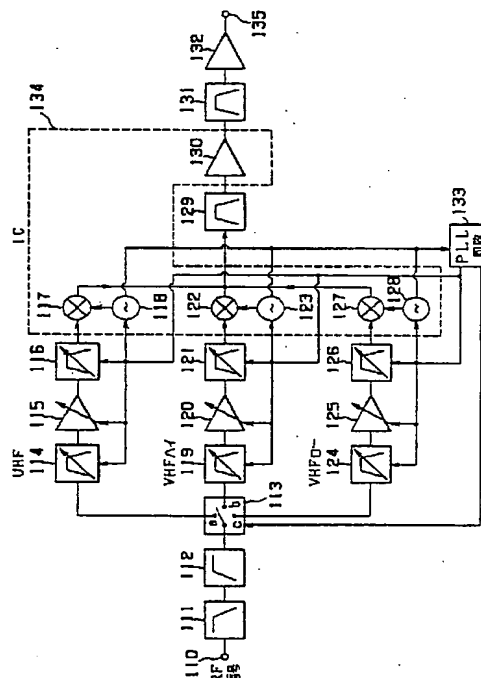
(74)代理人 弁理士 伊藤 進

(54)【発明の名称】 チューナ

(57)【要約】

【課題】 全帯域に亘って位相雑音を改善し、特にディジタル放送信号の受信においてシステムの固定劣化の削減を図ること。

【解決手段】 入力した高周波信号を、バンド切り替えスイッチ113にて複数(3つ)の通過帯域に分割して出力可能とし、各通過帯域ごとに可変フィルタ手段や周波数変換手段を備えていて、所定の間中周波数(I F)に周波数変換されたI F信号を出力するチューナであって、各通過帯域ごとに設けられた複数の周波数変換手段(117, 118) (122, 123) (127, 128)を構成する3つの局部発振器118, 123, 128の回路形式が、UHF帯では不平衡型発振回路であり、VHFハイ帯では不平衡型又は平衡型の発振回路であり、VHFロー帯では平衡型発振回路である構成とした。これにより、VHF帯での発振範囲の確保、UHF帯での位相雑音の改善が可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 局部発振器及び混合器からなる周波数変換手段を複数備えたチューナにおいて、前記複数の局部発振器の回路形式は、不平衡型の発振回路と、平衡型の発振回路の2つの形式の発振回路を具備したことを特徴とするチューナ。

【請求項2】 高周波信号が入力される入力端子と、前記入力端子に入力された高周波信号を、複数の通過帯域に分割して出力するためのバンド切り替え手段と、電圧制御型局部発振器及び混合器からなる周波数変換手段を、前記複数の通過帯域に対応して複数備えた周波数変換手段であって、各々の周波数変換手段は、前記バンド切り替え手段で切り替えられた高周波信号とこれに対応する前記局部発振器からの局部発振信号とを混合して中間周波信号を生成する複数の周波数変換手段と、前記バンド切り替え手段と前記複数の周波数変換手段の間に配置され、前記の局部発振器を制御する制御電圧によって前記複数の通過帯域のそれぞれを制限する複数の可変フィルタ手段と、を具備したシングルスーパーヘテロダイン方式のチューナであって、前記複数の局部発振器の回路形式が、不平衡型の発振回路と、平衡型の発振回路の2つの形式の発振回路を具備したことを特徴とするチューナ。

【請求項3】 前記複数の通過帯域が、VHFロー帯、VHFハイ帯、UHF帯の3つの帯域である場合は、VHFロー帯に対応した局部発振器を平衡型とし、VHFハイ帯に対応した局部発振器を平衡型又は不平衡型とし、UHF帯に対応した局部発振器を不平衡型とすることを特徴とする請求項2に記載のチューナ。

【請求項4】 前記複数の通過帯域が、VHF帯、UHF帯の2つの帯域である場合は、VHF帯に対応した局部発振器を平衡型とし、UHF帯に対応した局部発振器を不平衡型とすることを特徴とする請求項2に記載のチューナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタル放送信号の受信に用いられるデジタルCATV受信機や地上波デジタルTV受信機などに使用するのに好適なチューナに関する。

【0002】

【従来の技術】近年のデジタル化、マルチメディア化に伴い、放送分野においては、現行のTVなどの無線系の放送だけでなく、放送と通信の融合化がなされたCATVなどの有線系放送も注目されている。

【0003】ところで、現在、大部分のTV放送用受信機で使用されているオールバンド受信のシングルスーパーヘテロダイン方式のチューナでは、VHFロー帯、VHFハイ帯、UHF帯の3バンドの場合、局部発振器を3つつブロック構成となっている。また、VHF帯、

UHF帯の2バンドの場合、局部発振器を2つつブロック構成となっている。従って、バンドの数と局部発振器の数は同数となっている。

【0004】ところで、最近のデジタル放送の受信に用いるチューナとしては、各バンドにつき混合器及び局部発振器を1組ずつ備えて構成されるシングルスーパーヘテロダイン方式のチューナの使用が見直されている。これはダブルスーパーヘテロダイン方式のチューナのものに比べ回路構成が簡単でコスト的にも有利であるためである。

【0005】一般に、現在使用されているシングルスーパーヘテロダイン方式のチューナとしては、TV受信機に採用されているものが周知である。

【0006】図3に従来のシングルスーパーヘテロダイン方式のTV用チューナの構成例を示し、図4に図3のチューナに用いられる局部発振器の具体的な回路構成を示す。ただし、構成の説明は簡略化のために3バンドある内、主に1つのバンドについて説明する。

【0007】図3に示すように、TV用チューナには、入力信号を取り込むための入力端子210が設けられ、該入力端子210には、図示しない受信アンテナにより受信された高周波信号(RF信号)が供給されるようになっている。入力端子210に入力されたRF信号は、ローパスフィルタ(LPF)211、ハイパスフィルタ(HPF)212によって所定周波数帯域のみを通過させた後に、スイッチ213に供給される。

【0008】スイッチ213は、入力されたRF信号を3つのバンド(UHF帯、VHFハイ帯、VHFロー帯)のうちの所望バンドに合わせて切り替えてそれぞれ対応する可変トラッキングフィルタ214、219、224に出力する。例えば、スイッチ213によって入力端aに基づくUHF帯に切り替えたものとする、入力されたRF信号は、局部発振器への制御電圧にて帯域が制御される可変トラッキングフィルタ214に供給され、該可変トラッキングフィルタ214によって所定の帯域が制限されてRFアンプ215に供給される。

【0009】RFアンプ215は、利得制御信号に基づくレベルで増幅するようにレベル調整して、後段の可変トラッキングフィルタ216に供給する。可変トラッキングフィルタ216は、さらに入力信号の帯域を制限して出力する。この出力信号は、その後、混合器217に供給される。

【0010】混合器217は、局部発振器218からの発振周波数を用いて、可変トラッキングフィルタ216からの入力信号を中間周波数信号(IF信号)に変換して出力する。このIF信号は、その後、バンドパスフィルタ(以降、BPF)229に与えることにより所定のIF帯域に制限され、さらにIFアンプ230によって増幅された後に、BPF231でさらに帯域制限後、IFアンプ232で増幅して出力端子235から出力される。

【0011】VHFハイ帯、VHFロー帯についてもそれぞれの回路(219~223)、(224~228)でIF信号に変換された後、BPF229で帯域制限、IFアンプ230で増幅、BPF231で帯域制限後、IFアンプ232で増幅して出力端子235から出力される。

【0012】また、図中に示す局部発振器218、223、228には、電圧制御発振器(VCO)が用いられる。PLL回路233は、少なくとも位相比較器、低域フィルタ、及び基準発振器を具備して構成され、局部発振器218、223、228の発振周波数信号と基準発振周波数信号を位相比較して制御信号を生成し、該制御信号を上記局部発振器218、223、228に与えることにより、各発振器の発振周波数を制御するものである。

【0013】図3の回路において、符号234に示す周波数変換部はIC化して小型化、小電力化が図られている。このIC234には、混合器217、222、227、局部発振器218、223、228、IFアンプ230の回路が内蔵されている。

【0014】ここで、上記局部発振器218、223、228に使用される回路形式は、全バンドにつき同様に平衡型の発振回路の形式をとっており、IC化に適した構成となっている。

【0015】図4(a)はUHF帯の局部発振器218に使用される平衡型発振回路の要部を示している。2つのトランジスタQ11、Q12を有し、Q11、Q12の各エミッタを定電流源I11、I12を介して基準電位点に接続し、直流電源E11からの電圧を抵抗R11、R12を介してトランジスタQ11、Q12の各ベースに供給し、トランジスタQ11、Q12の各ベースに接続した入力端子INにPLL回路からの制御電圧を入力し、トランジスタQ11、Q12の各エミッタに接続した出力端子OUTから発振出力を取り出すようになっている。

【0016】図4(b)はVHFハイ帯、およびVHFロー帯の局部発振器223、228に使用される平衡型発振回路の要部を示している。2つのトランジスタQ13、Q14を有し、トランジスタQ13、Q14の各エミッタを共通に接続し、トランジスタQ13、Q14の各コレクタを抵抗R13、R14を介して電源ラインVCCに接続し、共通エミッタを定電流源I13を介して基準電位点に接続し、トランジスタQ13、Q14の各ベースを抵抗R15、R16を介して直流電源E12に接続し、トランジスタQ13のベースをコンデンサC1を介して基準電位点に接続し、トランジスタQ14のベースに接続した入力端子INにPLL回路からの制御電圧を供給し、トランジスタQ13のコレクタに接続した出力端子OUTより発振出力を取り出すようになっている。

【0017】しかしながら、前述のTV用のシングルスーパーヘテロダイン方式のチューナに用いられるIC234内の局部発振器は、平衡型発振回路のため、トランジスタを2つ用いていることにより、内部回路が複雑にな

るために、IC内の浮遊容量の増加、および外部付随回路の増加による浮遊容量の増加、パターンインダクタンスの増加による発振強度の低下、またトランジスタ自身が持っている熱雑音の影響も素子数が増えたことにより増加し、発振器のノイズフロアが上がるため、発振周波数の高くなるUHF帯での発振器の位相雑音が、特に悪化してしまう傾向がある。

【0018】そのため、今後、主流になるデジタル伝送での受信を行う場合、特に64QAM、256QAM、16VSB、32VSB等の多値化した伝送形態や、OFDMのような1波当たりの伝送レートは低いキャリアの数が多い伝送形態の場合、この位相雑音の善し悪しが、受信システム全体の持つ固定劣化に大きく影響してくるため、特に問題となる。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】上記の如く、従来のチューナでは、局部発振器は、トランジスタ2つの平衡型発振回路を用いるため、内部回路の複雑化に伴い、IC内の浮遊容量の増加等により、発振周波数の高くなるUHF帯での発振器の位相雑音が、特に悪化してしまう傾向があった。そのため、今後、主流になるデジタル放送信号の受信を行う場合、位相雑音に起因して、受信システム全体の持つ固定劣化を大きくするという問題があった。

【0020】そこで、本発明は上記問題に鑑みてなされたもので、位相雑音を改善し、特にデジタル伝送における受信システムの固定劣化の削減を図ることができるチューナを提供することを目的とするものである。

【0021】

【課題を解決させるための手段】請求項1記載の発明は、局部発振器及び混合器からなる周波数変換手段を複数備えたチューナにおいて、前記複数の局部発振器の回路形式は、不平衡型の発振回路と、平衡型の発振回路の2つの形式の発振回路を具備したことを特徴とする。

【0022】本発明の構成によれば、不平衡型の発振回路と平衡型の発振回路を適宜に組み合わせ用いているので、回路構成を簡略化して、位相雑音に優れた高性能なチューナを実現することができる。

【0023】請求項2の発明によるチューナは、高周波信号が入力される入力端子と、前記入力端子に入力された高周波信号を、複数の通過帯域に分割して出力するためのバンド切り替え手段と、電圧制御型局部発振器及び混合器からなる周波数変換手段を、前記複数の通過帯域に対応して複数備えた周波数変換手段であって、各々の周波数変換手段は、前記バンド切り替え手段で切り替えられた高周波信号とこれに対応する前記局部発振器からの局部発振信号とを混合して中間周波信号を生成する複数の周波数変換手段と、前記バンド切り替え手段と前記複数の周波数変換手段の間に配置され、前記の局部発振器を制御する制御電圧によって前記複数の通過帯域のそ

れぞれを制限する複数の可変フィルタ手段と、を具備し、前記複数の局部発振器の回路形式が、不平衡型の発振回路と、平衡型の発振回路の2つの形式の発振回路を具備したことを特徴とする。

【0024】本発明の構成によれば、不平衡型の発振回路と平衡型の発振回路を適宜に組み合わせて用いているので、従来回路のように全バンドで平衡型発振回路を用いるのに比較して、全バンドに亘って位相雑音に優れたシングルスーパーヘテロダイン方式のチューナを提供することができる。

【0025】請求項3の発明は、請求項2記載のチューナにおいて、前記複数の通過帯域が、VHFロー帯、VHFハイ帯、UHF帯の3つの帯域である場合は、VHFロー帯に対応した局部発振器を平衡型とし、VHFハイ帯に対応した局部発振器を平衡型又は不平衡型とし、UHF帯に対応した局部発振器を不平衡型とすることを特徴とする。

【0026】本発明では、3バンド構成の場合、発振周波数の高いUHF帯で位相雑音が悪化してしまうのを、UHF帯の局部発振器を不平衡型発振器にすることで解決することができる。そして、VHFロー帯については、発振周波数が低いので、平衡型局部発振器による悪影響が少なく、位相雑音の劣化も少なくて済むので、発振範囲が比較的とり易い平衡型局部発振器とする。また、VHFハイ帯については、位相雑音を重視するならば不平衡型局部発振器に、発振範囲を重視するならば平衡型局部発振器にする。

【0027】請求項4の発明は、請求項2記載のシングルスーパーヘテロダイン方式のチューナにおいて、前記複数の通過帯域が、VHF帯、UHF帯の2つの帯域である場合は、VHF帯に対応した局部発振器を平衡型とし、UHF帯に対応した局部発振器を不平衡型とすることを特徴とする。

【0028】本発明では、2バンド構成の場合、UHF帯の局部発振器を不平衡型発振器にし、VHF帯の局部発振器を平衡型発振器にすることにより、3バンド構成の場合と同様の効果を得ることができる。

【0029】

【発明の実施の形態】発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施の形態のシングルスーパーヘテロダイン方式のチューナをの構成を示すブロック図であり、図2は図1のチューナに用いられる局部発振器の具体的な構成を示す回路図を示している。なお、構成の説明は、簡略化のために3バンドある内、主に1つのバンドについて説明する。

【0030】図1に示すように、入力信号を取り込むための入力端子110が設けられ、該入力端子110には、図示しない受信アンテナにより受信された高周波信号(RF信号)が供給されるようになっている。入力端子210に入力されたRF信号は、LPF111、HPF112によ

って所定周波数帯域のみを通過させた後に、バンド切り替え手段としてのバンド切り替えスイッチ113に供給される。

【0031】バンド切り替えスイッチ113は、3つのバンド(UHF帯、VHFハイ帯、VHFロー帯)のうちの所望バンドに合わせて切り替え可能となっており、入力されたRF信号を3つの切り替え出力点a、b、cのいずれかに接続することによって各出力点a、b、cに接続した可変フィルタ手段としての可変トラッキングフィルタ114、119、124のいずれかに出力する。例えば、スイッチ113によって入力端aに対応したUHF帯に切り替えたものとする、入力されたRF信号は、局部発振器への制御電圧にて帯域が制御される可変フィルタ手段である可変トラッキングフィルタ114に供給され、該可変トラッキングフィルタ114によって所定の帯域に制限されてRFアンプ115に与えられる。

【0032】RFアンプ115は、局部発振器の制御電圧に基づくレベルで増幅するようにレベル調整して、後段の可変トラッキングフィルタ116に与える。可変トラッキングフィルタ116は、可変トラッキングフィルタ114と同様、局部発振器の制御電圧にて帯域が制御される。可変トラッキングフィルタ116は、さらに入力RF信号の帯域を制限して出力する。この出力信号は、その後、混合器117に与えられる。

【0033】混合器117は、局部発振器118からの発振周波数を用いて、可変トラッキングフィルタ116からの入力信号を中間周波数信号(IF信号)に変換して出力する。混合器117と局部発振器118は、UHF帯における周波数変換手段を構成している。周波数変換手段からのIF信号は、その後、BPF129に与えることにより所定のIF帯域に制限され、さらにIFアンプ130によって増幅された後に、BPF131で帯域制限後、IFアンプ132で増幅して出力端子135から出力される。

【0034】VHFハイ帯、VHFロー帯についてもそれぞれの回路(119~123)、(124~128)でIF信号に変換される。混合器122と局部発振器123は、VHFハイ帯における周波数変換手段を構成し、混合器127と局部発振器128は、VHFロー帯における周波数変換手段を構成している。周波数変換されたIF信号は、BPF129で帯域制限、IFアンプ130で増幅、BPF131で帯域制限後、IFアンプ132で増幅して出力端子135から出力される。

【0035】また、図中に示す局部発振器118、123、128としては、電圧制御型局部発振器(VCO)が用いられる。PLL回路133は、少なくとも位相比較器、低域フィルタ、及び基準発振器を具備して構成され、局部発振器118、123、128の発振周波数信号と基準発振周波数信号を位相比較して制御信号を生成し、該制御信号を上記局部発振器118、123、128に与えることにより、各発振器の発振周波数を制御するものである。

【0036】図1の回路において、符号134に示す周波数変換部はIC化して小型化、小電力化を図っている。このIC134には、混合器117、122、127、局部発振器118、123、128、IFアンプ130の回路が内蔵されている。

【0037】ここで、上記局部発振器118、123、128に使用される回路形式は、UHF帯の局部発振器118は不平衡型発振回路を、VHFハイ帯は不平衡型又は平衡型の発振回路を、VHFロー帯は平衡型発振回路の形式を採用している。

【0038】上記の3バンド構成の場合、発振周波数の高いUHF帯は、局部発振器118を不平衡型発振回路にして、位相雑音の改善を図る。発振周波数の低いVHFロー帯の局部発振器128は、発振範囲を確保できる平衡型発振回路とする。VHFハイ帯は、位相雑音重視ならば不平衡型発振回路、発振範囲重視ならば平衡型発振回路というように平衡型、不平衡型発振回路のどちらかを選ぶ。

【0039】図2(a)はUHF帯(又はVHFハイ帯)の局部発振器118(又は123)に使用される不平衡型発振回路の要部を示している。1つのトランジスタQ1を有し、電源ラインVCCと基準電位点間に抵抗R1、R2、ダイオードD1、D2を直列に接続し、抵抗R1、R2の接続点の電圧をトランジスタQ1のベースに供給し、Q1のエミッタと基準電位点間に定電流源I1を接続し、トランジスタQ1のベースに入力端子INを接続してPLL回路からの制御電圧を入力するようにし、トランジスタQ1のエミッタに接続した出力端子OUTより発振出力を取り出す構成となっている。

【0040】図2(b)はVHFロー帯(又はVHFロー帯)の局部発振器128(又は123)に使用される平衡型発振回路の要部を示している。2つのトランジスタQ2、Q3を有し、トランジスタQ2、Q3の各エミッタを共通に接続し、トランジスタQ2、Q3の各コレクタを抵抗R3、R4を介して電源ラインVCCに接続し、共通エミッタを定電流源I2を介して基準電位点に接続し、トランジスタQ2、Q3の各ベースを抵抗R5、R6を介して直流電源E1に接続し、トランジスタQ2のベースをコンデンサC1を介して基準電位点に接続し、トランジスタQ3のベースに接続した入力端子INにPLL回路からの制御電圧を供給し、トランジスタQ2のコレクタに接続した出力端子OUTより発振出力を取り出す構成となっている。

【0041】上記の実施の形態によれば、シングルスーパーヘテロダイン方式のチューナのIC134に用いられるUHF用局部発振器118は、不平衡型発振回路のため、トランジスタは1つであることにより、内部回路が簡単になり、IC内の浮遊容量の減少、および外部付随回路の減少による浮遊容量の減少、パターンインダクタンスの減少による発振強度の維持、またトランジスタ自身

が持っている熱雑音の影響も素子数が減少したことにより減少し、発振器のノイズフロアが下がるため、発振周波数の高くなるUHF帯での発振器の位相雑音を良好に改善することができる。

【0042】そのため、今後、主流になるデジタル放送信号の受信を行う場合、特に64QAM、256QAM、16VSB、32VSB等の多値化した伝送形態や、OFDMのような1波当たりの伝送レートは低いがキャリアの数が多い伝送形態の場合、この位相雑音の善し悪しによって生ずる、受信システム全体の持つ固定劣化を減少させる効果を得ることができる。

【0043】なお、以上述べた実施の形態においては、図1に示すチューナ構成において、3つの通過帯域を切り替え可能な3バンド方式のものについて説明したが、本発明はこれに限定されることはなく、2バンド方式として構成するようにしても良い。2バンド構成の場合には、UHF帯の局部発振器は不平衡型発振回路に、VHF帯の局部発振器は平衡型発振回路にする。この場合も、上記実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0044】また、以上の実施の形態では、シングルスーパーヘテロダイン方式のチューナについて述べたが、本発明は、ダブルスーパーヘテロダイン方式のチューナに応用することも可能である。

【0045】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、複数の周波数変換手段を有したチューナにおいて、不平衡型の局部発振器を適宜に用いることにより、回路構成を簡略化し、位相雑音を改善することができる。特に、複数バンド切り替え可能なチューナにおける周波数変換手段の局部発振器に、平衡型発振回路と不平衡型発振回路を適宜に組み合わせることにより、例えばUHF帯、VHF帯の全帯域で良好な位相雑音性能を備えることが可能となる。VHF帯での必要な発振範囲も取れ、また、UHF帯での位相雑音も改善でき、特にデジタル放送信号の受信において、システムの固定劣化の削減を図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態のチューナの構成を示すブロック図。

【図2】図1における局部発振器の構成例を示すブロック図。

【図3】従来例のチューナの構成を示すブロック図。

【図4】図3における局部発振器の構成例を示すブロック図。

【符号の説明】

110…RF信号の入力端子

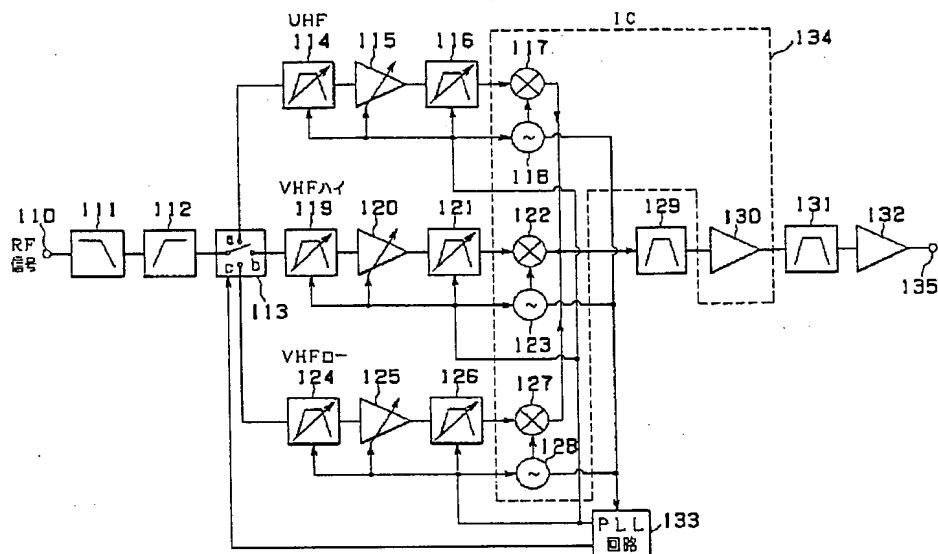
113…バンド切り替えスイッチ(バンド切り替え手段)

114、116、119、121、124、126…可変トラッキングフィルタ(可変フィルタ手段)

117, 122, 127…混合器
118, 123, 128…局部発振器
129, 131…BPF

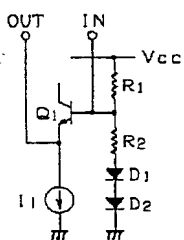
133…PLL回路
135…出力端子

【図1】

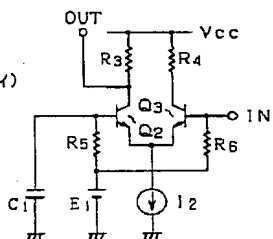


【図2】

(a) UHF (又はVHFハイ)の局部発振器 118 (又は123) (不平衡型)

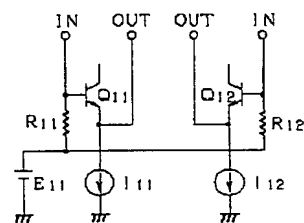


(b) VHFロ- (又はVHFハイ)の局部発振器 128 (又は123) (平衡型)

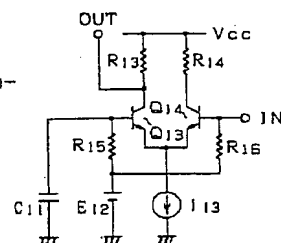


【図4】

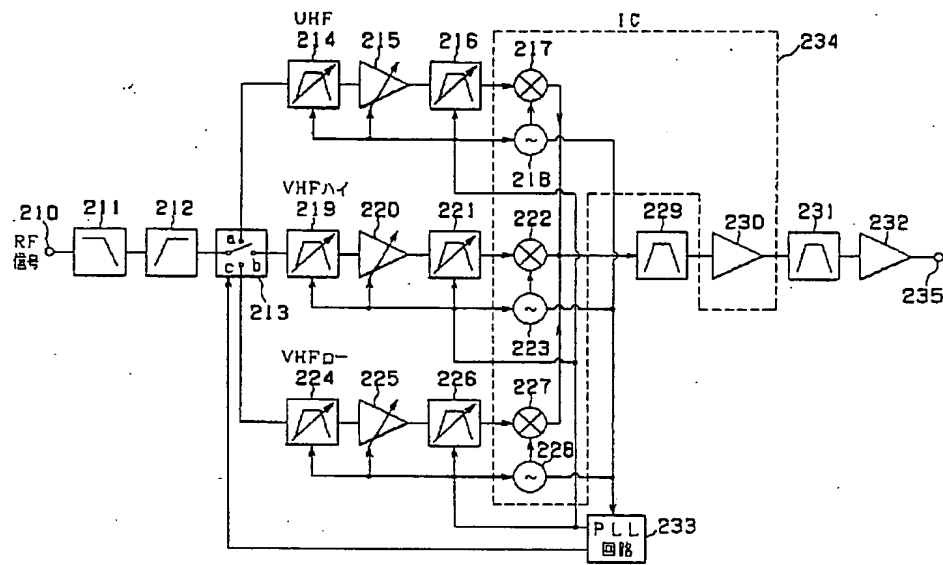
(a) UHFの局部発振器 218 (平衡型)



(b) VHFハイ, VHFロ-の局部発振器 223, 228 (平衡型)



【図 3】



THIS PAGE BLANK (USPTO)